

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-177231

(43)Date of publication of application : 24.06.1994

(51)Int.Cl. H01L 21/68
B23Q 3/15
H02N 13/00

(21)Application number : 04-322078

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 01.12.1992

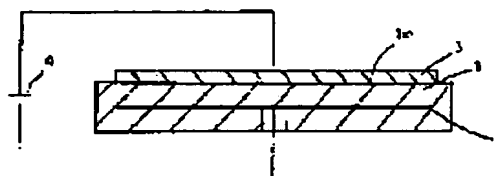
(72)Inventor : KUCHIMACHI KAZUICHI
ATARI HITOSHI

(54) ELECTROSTATIC CHUCK

(57)Abstract:

PURPOSE: To satisfactorily attract a wafer, to fix, convey and correct it by providing electrostatic electrodes on ceramics having a special range of a volume intrinsic resistance of a high temperature range to form an electrostatic chuck.

CONSTITUTION: In an electrostatic chuck in which electrostatic electrodes 2 are buried in a ceramic body 1, a voltage 4 is applied to the electrode 2 and a material 3 to be attracted. Then, a volume intrinsic resistance of the body 1 is lowered to 10^8 – $10^{13} \Omega \text{ cm}$ in a temperature range of 250° C or higher. Thus, a leakage current is increased to generate an attraction force, and a material 3 can be fixed to a surface 2a to be attracted. In this manner, a wafer can be satisfactorily attracted even at 250° C or higher, a uniform film formation of the wafer and an increase in accuracy of a processing pattern are performed. A processing capacity of the wafer can be improved, and a contamination of the wafer is eliminated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.06.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.12.1997

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2798570

[Date of registration] 03.07.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 10-00415

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 26.12.1997

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The electrostatic chuck which comes to prepare an electrostatic electrode for the ceramics in the range whose volume resistivity in a temperature region 250 degrees C or more is 10⁸-10¹³-ohmcm.

[Translation done.]

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. *** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the electrostatic chuck for using it under the elevated temperature of CVD, PVD equipment, etc. especially about the electrostatic chuck used in order to set to semiconductor fabrication machines and equipment etc. and to fix and convey wafers, such as silicon.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although the clamp ring, the vacuum chuck, and the electrostatic chuck had been conventionally used for immobilization of a silicon wafer, and conveyance in semiconductor fabrication machines and equipment, the vacuum chuck could not be used in the vacuum, but the clamp ring had inconvenience, such as being hard coming to take soak, so that there was no curvature correction capacity and wafer size became large. Then, the electrostatic chuck is confirmed at immobilization of a silicon wafer, and conveyance with an electron beam exposure system, a dry etching system, a CVD system, PVD equipment, etc.

[0003] Such an electrostatic chuck has structure which laid the electrostatic electrode underground into the insulator, and the adsorption power F is the $F = S/2 \times \epsilon \times \epsilon_0 \times V/d^2$: adsorption power S : electrostatic electrode surface product ϵ : dielectric constant ϵ_0 : vacuum dielectric constant V : specific inductive-capacity d : applied voltage d of an insulator: it is expressed with the thickness of an insulating layer.

[0004] Therefore, in order to heighten adsorption power, how to make thin insulating layer which impresses high tension which forms an insulating layer with high dielectric from this formula can be considered. These people already proposed the electrostatic chuck which uses as an insulator the ceramics which uses as a principal component the titanium-acid calcium which is a high dielectric as a thing using an approach (refer to JP, 4-206948A). Moreover, since it leads to dielectric breakdown of an insulating layer about the approach of *** and is accompanied by risk, it is not practical.

[0005] Furthermore, after adding transition metals, such as titanium, in an alumina raw material in addition to the above-mentioned **, it is calculated by reducing atmosphere, and there was also an electrostatic chuck using the ceramics to which volume resistivity was reduced (refer to JP, 2-22166A). By making the low ceramics of volume resistivity into an insulating layer, at the time of electrical-potential-difference impression, the minute leakage current occurs and this reinforced adsorption power according to this leakage current.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the electrostatic chuck using the leakage current which is seen by above-mentioned JP, 2-22166A had various troubles, as shown below.

[0007] First, this electrostatic chuck was what is not suitable for the activity in an elevated temperature on the assumption that an activity near [such as an electron beam exposure system and a dry etching system,] -100-150 degree C. That is, in this electrostatic chuck, since the volume resistivity of an insulator fell in connection with the temperature rise, the leakage current became large too much and it had the fault of leading to destruction of the circuit formed on the wafer in the temperature region of 250 degrees C or more used with

vacuum evaporation equipment or elevated-temperature dry etching systems, such as CVD and PVD.

[0008] Next, since it was necessary to make the whole inside of a furnace into the completely same ambient atmosphere since volume resistivity is controlled by baking conditions, and volume resistivity changed with gaps of some ambient atmospheres, the ceramics which constitutes this electrostatic chuck was difficult for controlling volume resistivity by this approach, and since a uniform product was not obtained, it had the fault of being inferior to mass production nature.

[0009] Furthermore, since the above-mentioned ceramics was the mixture of an alumina and titanium, time dependency was in adsorption power and it had the fatal fault that adsorption power was not immediately acquired even if it impresses an electrical potential difference. Titanium's not being distributed by homogeneity in an alumina and titanium oxide, a titania is generated, and this is considered because the thing of the construction material (alumina = 10, a titania = 48) from which specific inductive capacity differs dramatically is distributing. And when time dependency was in adsorption power, there was a trouble of leading to lowering of the throughput of the wafer in semiconductor fabrication machines and equipment.

[0010] It was lacking in practicability to use it also for a thermal shock above 250 degrees C in the top where the electrostatic chuck using high dielectric ceramics which is seen by JP, 4-206948A on the other hand has the low mechanical strength of the high dielectric ceramics itself, since it is weak.

[0011] Generally, in case an electrostatic chuck is used under the temperature of 250 degrees C or more, such as a CVD system, PVD equipment, or an elevated-temperature etching system, some following properties are searched for.

[0012] ** It has the mechanical strength which can be equal to a thing ** assembly with the small thing ** leakage current with the sufficient responsibility of demonstrating-high adsorption power ** adsorption and baking. About the being [it / the ingredient which does not have an adverse effect on a having-thing ** high temperature conduction strong against having-high rigidity ** heat shock ** wafer] above-mentioned ** In order for adsorption power to raise the contact nature of an electrostatic chuck and a wafer and to have the temperature of a wafer brought by the high thing close to the temperature of an electrostatic chuck, the temperature distribution of a wafer become small. It is because high-degree-of-accuracy-ization of a pattern of uniform membrane formation of a up to [a wafer] is attained by elevated-temperature etching in CVD or PVD. Moreover, it is an indispensable element in order to raise the throughput capacity of a wafer about **.

[0013] ** If it attaches, when there is lowering of the volume resistivity accompanying a temperature rise as one of the properties of an insulator, the leakage current also becomes large in connection with it and the leakage current is too large, it is because there is a possibility of leading to destruction of the pattern formed on the wafer. Moreover, about **, by inclusion of the electrostatic chuck to hot equipment, in order that the activity of adhesives may be difficult and may carry out mechanical immobilization of a screw etc., it must have the mechanical strength which can bear the differential thermal expansion at the time of a screw stop and an equipment activity. Moreover, high rigidity is also needed in order to have to finish the shape of surface type of an electrostatic chuck for forming the pattern of high degree of accuracy on a wafer at high degree of accuracy.

[0014] ** If it attaches, since it is required to be able to be equal to the heat distortion by the temperature distribution in the electrostatic chuck at the case where it cools from an electrostatic chuck underside for control of wafer temperature, and the time of an elevated-temperature activity, it must excel in thermal shock resistance. Moreover, it is more desirable for the construction material of the electrostatic chuck in contact with a wafer to be excellent in heat conduction, since uniform membrane formation and high-degree-of-accuracy-ization of a pattern will become impossible easily about ** if temperature distribution are made on a wafer front face at the time of wafer processing. Furthermore, the electrostatic chuck must be constituted from the element which does not have an adverse effect on a silicon wafer by ** so that the element to constitute may not be connected with

the property degradation of a silicon wafer, in order to contact a wafer and directly.

[0015] However, as described above, the leakage current was large, responsibility was also bad, and since the electrostatic chuck using the high dielectric ceramics was what is inferior in a mechanical property, on the other hand, neither filled the property of the above-mentioned ** - ** with the electrostatic chuck using the ceramics which added titanium to the conventional alumina.

[0016] Then, this invention fulfills the above-mentioned property and aims at obtaining the electrostatic chuck suitably used in an elevated-temperature field 250 degrees C or more.

[0017]

[Means for Solving the Problem] The electrostatic chuck of this invention is characterized by the volume resistivity in a 250-degree C temperature region forming an electrostatic electrode in preparation for the ceramics which is 108-1013-ohmcm. Here, volume resistivity was set to 108-1013-ohmcm, because the leakage current at the time of electrical-potential-difference impression was too small and sufficient adsorption power was not acquired, and when larger than 1013-ohmcm, on the other hand, volume resistivity is 108. When smaller than ohmcm, it is for doing the adverse effect of the leakage current destroying the circuit of the wafer to which it was too large and stuck.

[0018] Moreover, as the above-mentioned ceramics, it consists of the oxides or nitrides of silicon (Si) and aluminum (aluminum), and anti-chip box reinforcement is 2.20kg/mm. Thermal conductivity uses above that in which 10 or more W/m-K and thermal-shock-resistance deltaT have the property of 150 degrees C or more.

[0019]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained.

[0020] As shown in drawing 1, the electrostatic chuck of this invention lays the electrostatic electrode 2 underground into the ceramic object 1, and by impressing an electrical potential difference 4 to this electrostatic electrode 2 and the adsorbate 3-ed, adsorption power occurs and it can fix the adsorbate 3-ed on adsorption side 1a. The above-mentioned ceramic object 1 has volume resistivity as large as more than 1014-ohmcm, in ordinary temperature, since the leakage current is very small, it hardly generates adsorption power, but since volume resistivity falls to 108-1013-ohmcm, the leakage current becomes large and adsorption power occurs in a temperature region 250 degrees C or more.

[0021] In order to show the above-mentioned volume resistivity by using as a principal component the sapphire which is the single crystal object of an alumina (aluminum 2O3) and an alumina, a silica (SiO2), aluminum nitride (AlN), and silicon nitride (Si3N4), what contains these principal components 85% of the weight or more is used for these ceramics. Moreover, in order to lose the contamination to a wafer so that it may mention later, it is desirable to make into a total of 0.2 or less % of the weight the component (impurity) which consists of elements other than aluminum (aluminum), silicon (Si), oxygen (O), and nitrogen (N).

[0022] For example, aluminum 2O3 which is a principal component in the case of alumina ceramics it contains 85% of the weight or more, and the remainder is SiO2. The thing which made components, such as other calcium and Na, a total of 0.2 or less % of the weight, or aluminum 2O3 which is a principal component What was made into 99.8 % of the weight or more is good. Y2O3 [moreover,] it is sintering acid in the case of [whose] the aluminum nitride ceramics etc. — by making it evaporate at the time of baking, what made AlN which is a principal component 99.8 % of the weight or more is good. Furthermore, in the case of the nature ceramics of silicon nitride, it is Si3N4 which is a principal component. It contains 85% of the weight or more, and the remainder is aluminum 2O3. What made the impurity 0.2 or less % of the weight is good.

[0023] And if the raw material which consists of these presentations is fabricated to tabular and calcinated on predetermined conditions by carrying out the laminating of press forming or the green sheet, the above-mentioned ceramic object 1 can be acquired. moreover, the case where it forms with sapphire — EFG — after pulling up to tabular by processes, such as law, the ceramic object 1 can be acquired by processing a predetermined configuration.

[0024] Furthermore, for the above-mentioned ceramics, anti-chip box reinforcement is 2

20kg/mm. The above and a mechanical strength are high, and thermal-shock-resistance deltaT is strong to 150 degrees C or more and a heat shock, and uses the good thing of 10 or more W/m-K of thermal conductivity, and thermal conductivity. Moreover, as mentioned above, since these ceramics consists of an element of aluminum (aluminum), silicon (Si), oxygen (O), and nitrogen (N), it does not have an adverse effect on a wafer. Furthermore, since the above-mentioned ceramics is an ingredient which consists of a single principal component, the responsibility at the time of adsorption is good, and can manufacture a homogeneous ingredient easily.

[0025] Moreover, although the above-mentioned example showed the electrostatic chuck of an acyclic type, two or more electrostatic electrodes 2 can be formed, and it can also consider as the electrostatic chuck of a bipolar type by impressing an electrical potential difference among these electrostatic electrodes 2.

[0026] Furthermore, as shown in drawing 2, a heater 5 can be laid underground for other examples of this invention with the electrostatic electrode 2 into the ceramic object 1, and an electrostatic chuck can also be constituted. In this case, by impressing an electrical potential difference 6 to a heater 5, the ceramic object 1 is heated at 250 degrees C or more, in the ceramic object 1, the minute leakage current can be produced and adsorption power can be generated by impressing an electrical potential difference 4 between the electrostatic electrode 2 and the adsorbate 3-ed at this time. Thus, the electrostatic chuck which laid the heater 5 underground is easy to control the temperature of the ceramic object 1 so that predetermined adsorption power can be acquired, and it can be used more suitably.

[0027] Volume resistivity becomes important, in order for the electrostatic chuck of example of experiment 1 this invention to acquire adsorption power and to acquire proper adsorption power according to the very small leakage current. Then, the electrostatic chuck of the acyclic type with which the volume resistivity in ordinary temperature built in the heater 5 shown in drawing 2, using the alumina more than 1014-ohmcm as a ceramic object 1 was produced, the electrical potential difference 4 of 300V was impressed between the electrostatic electrode 2 of an electrostatic chuck, and the adsorbate 3-ed into the vacuum of 10-1Torr, and adsorption power was measured by removing the adsorbate 3-ed vertically, carrying out temperature up.

[0028] Consequently, as the relation between adsorption power and temperature is shown in drawing 3, adsorption power becomes large rapidly near 250 degree C, and it becomes almost fixed at 400 degrees C, and it is 100 g/cm2. It turns out that the above sufficient adsorption power is produced. It has checked that adsorption power with volume resistivity sufficient when temperature is below 1013-ohmcm above 250 degrees C as compared with the graph (drawing 4) which shows the volume resistivity of the above-mentioned alumina ceramics and the relation of temperature for this result could be generated. However, 108-1013-ohmcm of volume resistivity is desirable, considering destroying the circuit on a wafer, if the leakage current becomes large too much, and it turns out that the above-mentioned electrostatic chuck made from alumina ceramics can be used suitably in a 250-500-degree C temperature region.

[0029] Furthermore, also in these ceramics, in a 250-500-degree C temperature region, volume resistivity serves as 108-1013-ohmcm so that the relation of the volume resistivity of the ceramics and temperature which consist of silicon nitride and aluminum nitride into drawing 4 may be shown. And when the electrostatic chuck was constituted from these ceramics, it is adsorption power 100 g/cm2 at the temperature of 250 degrees C or more like the above-mentioned alumina ceramics. Producing the above sufficient adsorption power was checked.

[0030] Moreover, since volume resistivity is large, the sapphire which is the single crystal object of an alumina is usable enough also in a temperature region 500 degrees C or more.

[0031] The alumina electrostatic chuck to which it will fall to 1011-ohmcm above 1014-ohmcm if the volume resistivity in ** ordinary temperature becomes 400 degrees C in order to see the time dependency of the example 2 of an experiment, next the adsorption power of an electrostatic chuck (this invention example)

** The electrostatic chuck which calculated by reducing atmosphere after adding transition metals, such as titanium, in an alumina raw material, and set volume resistivity in ordinary temperature to 1011-ohmcm (example of a comparison)

The electrostatic chuck of two ** was prepared.

[0032] In order to unite the value of volume resistivity, ** is ordinary temperature and ** measured time dependency of adsorption power in 400 degrees C, respectively (for all, a degree of vacuum is 10⁻¹Torr, and applied voltage is 300V). Although the result was taken to acquire predetermined adsorption power in ** (example of a comparison) about 200 seconds as shown in drawing 5, the result that adsorption power predetermined in about only 1 second is acquired in ** (this invention example) is brought, the electrostatic chuck of this invention does not have time dependency, and it turned out that the responsibility of adsorption and baking is good.

[0033] As this was described above, it is because this invention example consists of a single ingredient to the example of a comparison consisting of composite material.

[0034] The experiment for checking the usability in an elevated temperature from the field of the thermal stress of the example 3 of an experiment, next an electrostatic chuck was conducted. The phi6 inch electrostatic chuck which built in the heater, respectively was prepared using the ceramics of the **** property shown in a table 1, and metallic ornaments, the assembly deed, and the experiment that performs temperature up slowly to 500 degrees C were conducted by ** screw stop which performs sudden temperature up by part for 50-degree-C/to **500 degree C. In addition, among a table 1, reinforcement is the anti-chip box reinforcement in ordinary temperature, and thermal shock resistance is temperature-gradient deltaT which produces a crack at the time of underwater dropping.

[0035] For a thing (samples C and D) smaller than 150 degrees C, as shown in a table 1, a crack produces [thermal-shock-resistance deltaT] a result in experiment **, and reinforcement is 2 20kg/mm. The crack produced the small thing (samples B and D) in experiment **. Therefore, in order to use by the pyrosphere, it is 2 the reinforcement of 20kg/mm. It is necessary to use the ceramics with a heat-resistant impact temperature of 150 degrees C or more above.

[0036]

[A table 1]

	A	B	C	D
強度 (kg/mm ²)	23	18	21	19
耐熱衝撃温度 (°C)	150	170	120	140
実験結果	①	○	○	×
	②	○	×	○

実験結果 ○ : 問題なし

× : クラックまたは割れが生じた。

[0037] The experiment which checks thermal conductivity required for the improvement in soak nature and soak by using an example of experiment 4 electrostatic chuck was conducted. As shown in a table 2, phi 6 inch electrostatic chuck with a built-in heater shown in drawing 2 is prepared with the ceramics with various heat conductivity. ** Put a wafer on an electrostatic chuck after heating an electrostatic chuck core to 300 degrees C. After heating ** electrostatic chuck core of checking surface temperature distribution with a thermostat viewer (surface pyrometer), to 300 degrees C, the wafer was put on the electrostatic chuck, and the experiment which adsorbs a wafer by the electrostatic chuck and checks surface temperature distribution with a thermostat viewer (surface pyrometer) was

conducted. A result is as being shown in a table 2.

[0038] Although it is considered to be less than 20 degrees C of temperature gradients that homogeneity membrane formation of a wafer is possible, that close is in that range from this table 2 is only the case where the heat conductivity is making it adsorb using the electrostatic chuck (samples C and D) of 10 or more W/m-K. Therefore, thermal conductivity should just use the ceramics of 10 or more W/m-K.

[0039] Furthermore, if the aluminium nitride ceramics is used preferably, thermal conductivity is more suitable from 170 or more W/m-K and a very large thing.

[0040]

[A table 2]

	A	B	C	D
熱伝導率 (W/mK)	5	8	10	12
実験結果	① (°C)	220 ~ 300 Δ 80	230 ~ 300 Δ 70	240 ~ 300 Δ 60
	② (°C)	250 ~ 300 Δ 50	270 ~ 300 Δ 30	280 ~ 300 Δ 20

[0041] The experiment which investigates the amount of impurities in the ceramics which constitutes an example of experiment 5 electrostatic chuck, and the relation of the degree of contamination to a wafer was conducted. As shown in a table 3, the alumina was used as the principal component, the electrostatic chuck was produced with the ceramics with which the amounts of Na and calcium which are an impurity differ, after the amount of Na and calcium made the adsorbated the silicon wafer 1 ppm or less and made it adsorb by each electrostatic chuck, the wafer was checked and the degree of contamination (content of Na and calcium) was measured.

[0042] A result is shown in a table 3. It turns out that the degree of contamination to the adsorbed wafer is smaller than this result if the amount of impurities in the alumina ceramic which constitutes an electrostatic chuck is below a total of 2000 ppm (0.2 % of the weight) as shown in Samples C and D. Moreover, although this example of an experiment showed only alumina ceramics, even if it is other ceramics, the adverse effect to a wafer can be prevented by lessening the amount of impurities extremely similarly, and especially sapphire is suitable. In addition, an impurity is a component containing elements other than silicon (Si), aluminum (aluminum), oxygen (O), and nitrogen (N) here.

[0043]

[A table 3]

	A	B	C	D
Naの含有量 (ppm)	3000	1500	900	500
Caの含有量 (ppm)	1000	600	200	150
ウェハの汚染度 (ppm)	10	3	< 1	< 1

[0044]

[Effect of the Invention] Thus, according to this invention, even if it uses an electrostatic electrode at temperature of 250 degrees C or more, such as a CVD system, PVD equipment, or an elevated-temperature etching system, by having constituted the electrostatic chuck in preparation for the ceramics whose volume resistivity in a temperature region 250 degrees C or more is 108-1013-ohmcm, a wafer can be adsorbed good, and immobilization, conveyance, and correction can be performed.

[0045] Moreover, it consists of the oxides or nitrides of silicon (Si) and aluminum (aluminum) as the above-mentioned ceramics. It is 2 the anti-chip box reinforcement of 20kg/mm. By using above what has 10 or more W/m-K of thermal conductivity, and a property with a thermal shock resistance of deltaT150 degrees C or more Even if it uses it at the temperature of 250 degrees C or more, can bear thermal stress, and the whole surface soak of a wafer is measured according to thermal conductivity being high. Homogeneity membrane formation of a wafer, high-degree-of-accuracy-ization of a processing pattern, etc. can be attained, and the throughput of a wafer can be improved, and the electrostatic chuck with effectiveness, like the problem of contamination over a wafer is also lost of high performance can be offered.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing of longitudinal section showing the electrostatic chuck of this invention.

[Drawing 2] It is drawing of longitudinal section showing other examples of the electrostatic chuck of this invention.

[Drawing 3] It is the graph which shows the relation between the adsorption power of the electrostatic chuck of this invention, and temperature.

[Drawing 4] It is the graph which shows the relation of the temperature of the ceramics and volume resistivity which constitute the electrostatic chuck of this invention.

[Drawing 5] It is the graph which shows the relation between the adsorption power of the electrostatic chuck of this invention and the example of a comparison, and time amount.

[Description of Notations]

- 1 ... Ceramic object
- 2 ... Electrostatic electrode
- 3 ... Adsorbate-ed
- 4 ... Electrical potential difference
- 5 ... Heater
- 6 ... Electrical potential difference

[Translation done.]

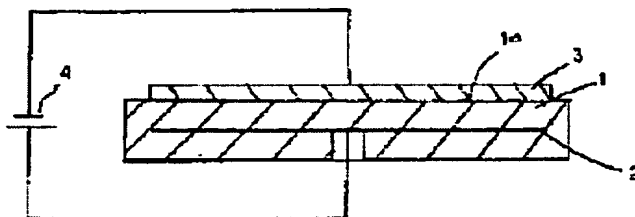
ELECTROSTATIC CHUCK

Patent number: JP6177231 (JP 2798570)
Publication date: 1994-06-24
Inventor: KUCHIMACHI KAZUICHI; ATARI HITOSHI
Applicant: KYOCERA CORP
Classification:
- international: H01L21/68; B23Q3/15; H02N13/00
- european:
Application number: JP19920322078 19921201
Priority number(s): JP19920322078 19921201

[Report a data error here](#)

Abstract of JP6177231

PURPOSE: To satisfactorily attract a wafer, to fix, convey and correct it by providing electrostatic electrodes on ceramics having a special range of a volume intrinsic resistance of a high temperature range to form an electrostatic chuck. **CONSTITUTION:** In an electrostatic chuck in which electrostatic electrodes 2 are buried in a ceramic body 1, a voltage 4 is applied to the electrode 2 and a material 3 to be attracted. Then, a volume intrinsic resistance of the body 1 is lowered to 10^{-8} to 10^{13} Ωcm in a temperature range of 250 deg.C or higher. Thus, a leakage current is increased to generate an attraction force, and a material 3 can be fixed to a surface 2a to be attracted. In this manner, a wafer can be satisfactorily attracted even at 250 deg.C or higher, a uniform film formation of the wafer and an increase in accuracy of a processing pattern are performed. A processing capacity of the wafer can be improved, and a contamination of the wafer is eliminated.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2798570号

(45) 発行日 平成10年(1998) 9月17日

(24) 登録日 平成10年(1998) 7月3日

(51) Int.Cl.⁸ 識別記号
H 0 1 L 21/68
B 2 3 Q 3/15

F I
H 0 1 L 21/68 R
B 2 3 Q 3/15 D

請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平4-322078
(22) 出願日 平成4年(1992)12月1日
(65) 公開番号 特開平6-177231
(43) 公開日 平成6年(1994)6月24日
審査請求日 平成8年(1996)6月24日
前置審査

(73) 特許権者 000006633
京セラ株式会社
京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番
地の22
(72) 発明者 口町 和一
鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ
株式会社鹿児島国分工場内
(72) 発明者 阿多利 仁
京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番
地の22 京セラ株式会社内

審査官 松本 邦夫

(56) 参考文献 特開 平4-3956 (J P, A)
特開 昭59-152636 (J P, A)
特開 昭62-286249 (J P, A)

(54) 【発明の名称】 静電チャック

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素を
主成分とし、アルミニウム、珪素、酸素、窒素以外の元
素量が0.2重量%以下の組成を有し、250℃以上の
温度域における体積固有抵抗値が $10^8 \sim 10^{13} \Omega \text{cm}$ 、抗折強度が 20kg/mm^2 以上、耐熱衝撃性 ΔT
が150℃以上のセラミックス体中に静電電極を埋設し
てなる静電チャック。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体製造装置などに
おいてシリコンなどのウェハを固定、搬送するために用
いられる静電チャックに関するものであり、特にCVD
やPVD装置などの高温下で使用するための静電チャッ
クに関する。

2

【0002】

【従来の技術】 従来より半導体製造装置においてシリコ
ンウェハの固定、搬送にはクランプリング、真空チャッ
ク、静電チャックが用いられてきたが、真空チャックは
真空中で使用できず、クランプリングは反り修正能力は
なくウェハサイズが大きくなるほど均熱がとりにくくな
るなどの不都合があった。そこで、電子ビーム描画装
置、ドライエッチング装置、CVD装置、PVD装置等
でシリコンウェハの固定、搬送に静電チャックが有効と
されている。

【0003】 このような静電チャックは絶縁体中に静電
電極を埋設した構造となっており、その吸着力Fは、

$$F = S / 2 \times \epsilon_r \times \epsilon_0 \times (V/d)^2$$

F: 吸着力

S: 静電電極面積

ϵ_0 : 真空の誘電率
 ϵ_r : 絶縁体の比誘電率
 V : 印加電圧
 d : 絶縁層の厚み
 で表される。

【0004】したがって、吸着力を高めるためには、この式より

①高誘電体で絶縁層を形成する

②高電圧を印加する

③絶縁層を薄くする

という方法が考えられる。①の方法を用いたものとして、高誘電体であるチタン酸カルシウムなどを主成分とするセラミックスを絶縁体とする静電チャックを本出願人は既に提案した(特開平4-206948号公報参照)。また、②③の方法については絶縁層の絶縁破壊につながり、危険を伴うので実用的でない。

【0005】さらに、上記①～③以外にアルミナ原料にチタンなどの遷移金属を添加したのち還元雰囲気で焼成し、体積固有抵抗を低下させたセラミックスを用いる静電チャックもあった(特開平2-22166号公報参照)。これは、体積固有抵抗の低いセラミックスを絶縁層とすることによって、電圧印加時に微小な漏れ電流が発生し、この漏れ電流によって吸着力を増強するというものであった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記特開平2-22166号公報にみられるような漏れ電流を利用した静電チャックは、以下に示すようにさまざまな問題点があった。

【0007】まず、この静電チャックは、電子ビーム描画装置、ドライエッチング装置などの-100～150℃付近での使用を前提としたものであって、より高温での使用には適さないものであった。即ち、この静電チャックにおいて、絶縁体の体積固有抵抗は温度上昇に伴って低下していくため、CVDやPVDなどの蒸着装置あるいは高温ドライエッチング装置で使用する250℃以上という温度域では漏れ電流が大きくなりすぎてウェハ上に形成した回路の破壊につながってしまうという欠点があった。

【0008】次に、この静電チャックを構成するセラミックスは、焼成条件によって体積固有抵抗を制御しているため、炉内全体を完全に同じ雰囲気にする必要があり、少しの雰囲気のずれによって体積固有抵抗が異なってくるため、この方法で体積固有抵抗を制御することは困難であり、均一な製品が得られないことから量産性に劣るという欠点があった。

【0009】更に、上記セラミックスは、アルミナとチタンの混合物であるため、吸着力に時間依存性があり、電圧を印加してもすぐに吸着力が得られないという致命的欠点があった。これはチタンがアルミナ内に均一に分

散されていないことや、チタンが酸化されてチタニアが生成され、比誘電率が非常に異なる材質(アルミナ=10、チタニア=46)のものが分散しているためと考えられる。そして吸着力に時間依存性があると半導体製造装置におけるウェハの処理能力の低下につながるという問題点があった。

【0010】一方、特開平4-206948号公報にみられるような、高誘電体セラミックスを用いた静電チャックは、高誘電体セラミックス自体の機械的強度が低い
 10 うえに熱衝撃にも弱いため、250℃以上で使用することは実用性に乏しかった。

【0011】一般に、静電チャックをCVD装置、PVD装置あるいは高温エッチング装置などの250℃以上という温度下で使用する際には、以下のようないくつかの特性が求められる。

【0012】①高吸着力を発揮すること

②吸着・離脱の応答性がよいこと

③漏れ電流が小さいこと

④アセンブリに耐え得る機械的強度を有し、高剛性を有
 20 していること

⑤ヒートショックに強いこと

⑥高熱伝導を有すること

⑦ウェハに悪影響を及ぼさない材料であること

上記①については、吸着力が高いことによって静電チャックとウェハの接触性を高め、静電チャックの温度にウェハの温度を近づけられるためにウェハの温度分布が小さくなり、CVDやPVDではウェハ上への均一な成膜が、高温エッチングではパターンの高精度化が可能となるためである。また、②についてはウェハのスループット能力を向上させるためには不可欠な要素である。

【0013】③については絶縁体の性質の1つとして温度上昇に伴う体積固有抵抗の低下があり、それに伴い漏れ電流も大きくなって、漏れ電流が大きすぎるとウェハ上に形成されたパターンの破壊につながる恐れがあるためである。また、④については、高温における装置への静電チャックの組み込みでは接着剤の使用が困難であり、ネジ等の機械的固定をしなければならないため、ネジ止め時や装置使用時の熱膨張差に耐え得る機械的強度を有していなければならない。また、ウェハ上に高精度のパターンを形成するには静電チャックの表面形状を高精度に仕上げなければならないため、高剛性も必要となってくる。

【0014】⑤については、ウェハ温度のコントロールのために静電チャック下面から冷却する場合や、高温使用時の静電チャック内の温度分布による熱歪みに耐え得ることが必要なため、耐熱衝撃性に優れていなければならない。また、⑥については、ウェハ加工時に、ウェハ表面に温度分布ができてしまうと均一な成膜、パターン
 50 の高精度化ができにくくなってしまいうえ、ウェハに接触する静電チャックの材質は熱伝導に優れている方が好

ましい。さらに、⑦については、静電チャックはウェハと直接接合するため、構成する元素がシリコンウェハの特性劣下につながらないように、シリコンウェハに悪影響を及ぼさない元素で構成されていなければならない。

【0015】ところが、上記したように、従来のアルミナにチタンを添加したセラミックスを用いた静電チャックでは、漏れ電流が大きく、応答性も悪いものであり、一方高誘電体セラミックスを用いた静電チャックは機械的特性が劣るものであるため、いずれも上記①～⑦の特性を満たさなかった。

【0016】そこで、本発明は、上記特性を満たし、250℃以上の高温領域で好適に用いられる静電チャックを得ることを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の静電チャックは、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素を主成分とし、アルミニウム、珪素、酸素、窒素以外の元素量が0.2重量%以下の組成を有し、250℃以上の温度域における体積固有抵抗値が $10^8 \sim 10^{11} \Omega \text{cm}$ の範囲にあり、抗折強度が 20kg/mm^2 以上でかつ耐熱衝撃性 ΔT が150℃以上であるセラミックス体中に静電電極を埋設したことを特徴とするものである。ここで、体積固有抵抗値を $10^8 \sim 10^{11} \Omega \text{cm}$ としたのは、 $10^{11} \Omega \text{cm}$ より大きいと、電圧印加時の漏れ電流が小さすぎて十分な吸着力が得られないからであり、一方、 $10^8 \Omega \text{cm}$ より小さいと漏れ電流が大きすぎて吸着したウェハの回路を破壊するなどの悪影響を及ぼすためである。また、抗折強度を 20kg/mm^2 以上でかつ耐熱衝撃性 ΔT を150℃以上としたのは、抗折強度が 20kg/mm^2 未満では、静電チャックを装置にネジなどで固定する時や高温域における装置使用時にクラックや割れが生じ、耐熱衝撃性 ΔT が150℃未満であると、急速昇温時にセラミックス内に発生する熱歪みに耐えることができず、クラックや割れを生じて破損するからである。

【0018】なお、上記セラミックスとしては、珪素(Si)、アルミニウム(Al)の酸化物または窒化物から構成され、熱伝導率が 10W/mK 以上の特性を有するものを用いる。

【0019】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

【0020】図1に示すように、本発明の静電チャックはセラミックス体1中に静電電極2を埋設したものであり、この静電電極2と被吸着物3に電圧4を印加することによって吸着力が発生し、吸着面1a上に被吸着物3を固定することができる。上記セラミックス体1は、常温では体積固有抵抗が $10^{14} \Omega \text{cm}$ 以上と大きく、漏れ電流が非常に小さいため吸着力はほとんど発生しないが、250℃以上の温度域では体積固有抵抗が $10^8 \sim 10^{11} \Omega \text{cm}$ に低下するため、漏れ電流が大きくなって

吸着力が発生する。

【0021】これらのセラミックスは、アルミナ(Al, O₂)、アルミナの単結晶体であるサファイア、シリカ(SiO₂)、窒化アルミニウム(AlN)、窒化珪素(Si, N₂)を主成分とするものであって、上記体積固有抵抗を示すためには、これらの主成分を85重量%以上含むものを用いる。また、後述するようにウェハへの汚染をなくすためには、アルミニウム(Al)、珪素(Si)、酸素(O)、窒素(N)以外の元素からなる成分(不純物)を合計0.2重量%以下とすることが好ましい。

【0022】例えば、アルミナセラミックスの場合、主成分であるAl, O₂を85重量%以上含み、残部がSiO₂で、その他のCaやNaなどの成分を合計0.2重量%以下としたもの、または主成分であるAl, O₂を99.8重量%以上としたものが良い。また、窒化アルミニウムセラミックスの場合は、焼結助剤であるY, O₂等を焼成時に蒸発させることによって、主成分であるAlNを99.8重量%以上としたものが良い。さらに、窒化珪素質セラミックスの場合は、主成分であるSi, N₂を85重量%以上含み、残部がAl, O₂で、不純物を0.2重量%以下としたものが良い。

【0023】そして、これらの組成からなる原料をプレス成形、またはグリーンシートを積層することによって板状に成形し、所定条件で焼成すれば、上記セラミックス体1を得ることができる。また、サファイアで形成する場合は、EFG法などの製法で板状に引き上げた後、所定形状に加工することでセラミックス体1を得ることができる。

【0024】さらに、上記セラミックスは、抗折強度が 20kg/mm^2 以上と機械的強度が高く、耐熱衝撃性 ΔT が150℃以上とヒートショックに強く、熱伝導率 $10 \text{W/m} \cdot \text{K}$ 以上と熱伝導性の良いものを用いる。また、上記のように、これらのセラミックスは、アルミニウム(Al)、珪素(Si)、酸素(O)、窒素(N)の元素からなるため、ウェハに悪影響を及ぼすことはない。さらに、上記セラミックスは単一主成分からなる材料であるため吸着時の応答性がよく、均質な材料を容易に製造することができる。

【0025】また、上記実施例では単極型の静電チャックを示したが、静電電極2を複数形成し、これらの静電電極2間に電圧を印加することにより双極型の静電チャックとすることもできる。

【0026】さらに、本発明の他の実施例を図2に示すように、セラミックス体1中に静電電極2とともにヒータ5を埋設して静電チャックを構成することもできる。この場合は、ヒータ5に電圧6を印加することによって、セラミックス体1を250℃以上に加熱し、このとき静電電極2と被吸着物3との間に電圧4を印加することで、セラミックス体1中に微小な漏れ電流を生じ、吸

着力を発生させることができる。このように、ヒータ5を埋設した静電チャックは、所定の吸着力を得られるようにセラミックス体1の温度を制御することが容易であり、より好適に使用することができる。

【0027】実験例1

本発明の静電チャックは微少な漏れ電流によって吸着力を得るものであり、適正な吸着力を得るためには体積固有抵抗が重要になってくる。そこで常温における体積固有抵抗が $10^{14} \Omega \text{cm}$ 以上のアルミナをセラミックス体1として用い、図2に示すヒータ5を内蔵した単極型の静電チャックを作製して、 10^{-1}Torr の真空中において静電チャックの静電電極2と被吸着物3間に300Vの電圧4を印加し、昇温しながら被吸着物3を垂直に剥すことにより吸着力の測定を行った。

【0028】その結果、図3に吸着力と温度の関係を示すように、250℃付近で吸着力が急激に大きくなり、400℃ではほぼ一定になって、 100g/cm^2 以上の十分な吸着力を生じることがわかる。この結果を、上記アルミナセラミックスの体積固有抵抗と温度の関係を示すグラフ（図4）と比較すると、温度が250℃以上で体積固有抵抗が $10^{13} \Omega \text{cm}$ 以下の時に十分な吸着力を発生できることが確認できた。しかし、漏れ電流が大きくなりすぎるとウェア上の回路を破壊することを考えると体積固有抵抗は $10^8 \sim 10^{13} \Omega \text{cm}$ が好ましく、上記アルミナセラミックス製静電チャックは250～500℃の温度域で好適に使用できることがわかる。

【0029】さらに、図4中に窒化珪素、窒化アルミニウムからなるセラミックスの体積固有抵抗と温度との関係を示すように、これらのセラミックスも250～500℃の温度域において、体積固有抵抗が $10^8 \sim 10^{13} \Omega \text{cm}$ となる。そして、これらのセラミックスで静電チャックを構成したところ、上記アルミナセラミックスと同様に250℃以上の温度で吸着力 100g/cm^2 以上の十分な吸着力を生じることが確認された。

【0030】また、アルミナの単結晶体であるサファイアは、体積固有抵抗が大きいことから、500℃以上の温度域でも充分使用可能である。

【0031】実験例2

次に、静電チャックの吸着力の時間依存性をみるために、

①常温における体積固有抵抗が $10^{14} \Omega \text{cm}$ 以上で、400℃になると $10^{13} \Omega \text{cm}$ に低下するアルミナ静電チャック（本発明実施例）

②アルミナ原料にチタンなどの遷移金属を添加したのち還元雰囲気中で焼成し、常温における体積固有抵抗を $10^{13} \Omega \text{cm}$ にした静電チャック（比較例）

の2つの静電チャックを用意した。

【0032】体積固有抵抗の値をあわせるため、②は常温で、①は400℃において、それぞれ吸着力の時間依存性の測定を行った（いずれも真空度は 10^{-1}Torr 、印加電圧は300V）。結果を図5に示すように、②（比較例）においては所定の吸着力が得られるまで200秒ほど要するが、①（本発明実施例）においてはわずか1秒ほどで所定の吸着力が得られるという結果となり、本発明の静電チャックは時間依存性がなく、吸着、離脱の応答性が良いことがわかった。

【0033】これは、前記したように、比較例が複合材料からなるのに対し、本発明実施例は単一材料からなるためである。

【0034】実験例3

次に、静電チャックの熱応力の面から高温での使用可能性を確認するための実験を行った。表1に示すさまざまな特性のセラミックスを用いて、それぞれヒータを内蔵したφ6インチの静電チャックを用意し、

①500℃まで50℃/分で急昇温を行う

②ネジ止めで金具とアセンブリを行い、500℃までゆっくり昇温を行う

実験を行った。なお、表1中、強度とは常温での抗折強度のことであり、耐熱衝撃性とは水中投下時にクラックを生じる温度差 ΔT のことである。

【0035】結果を表1に示すように、耐熱衝撃性 ΔT が150℃よりも小さいもの（試料C、D）は、実験①でクラックが生じ、また強度が 20kg/mm^2 よりも小さいもの（試料B、D）は実験②でクラックが生じた。したがって、高温域で用いるためには、強度 20kg/mm^2 以上、耐熱衝撃温度150℃以上のセラミックスを用いる必要がある。

【0036】

【表1】

		A	B	C	D
強度 (kg/mm ²)		23	18	21	19
耐熱衝撃温度 (℃)		150	170	120	140
実験結果	①	○	○	×	×
	②	○	×	○	×

実験結果 ○：問題なし

×：クラックまたは割れが生じた。

【0037】実験例4

静電チャックを使用することによる均熱性の向上と均熱に必要な熱伝導率を確認する実験を行った。表2に示すように、種々の熱伝導率をもったセラミックスで、図2に示すヒータ内蔵のφ6インチ静電チャックを用意し、

①静電チャック中心を300℃まで加熱した後ウェハを静電チャックに載せ、サーモピュア（表面温度計）で表面の温度分布を確認する
②静電チャック中心を300℃まで加熱した後ウェハを静電チャックに載せ、静電チャックでウェハを吸着してサーモピュア（表面温度計）で表面の温度分布を確認する

*実験を行った。結果は表2に示す通りである。

【0038】ウェハの均一成膜が可能であるのは温度差20℃以内と考えられるが、この表2より、その範囲に入っているのは熱伝導率が10W/m・K以上の静電チャック（試料C、D）を用いて吸着させていた場合のみである。したがって、熱伝導率が10W/m・K以上のセラミックスを用いれば良い。

20 【0039】さらに、好ましくは窒化アルミニウムセラミックスを用いれば、熱伝導率が170W/m・K以上と極めて大きいことから、より好適である。

【0040】

* 【表2】

		A	B	C	D
熱伝導率(W/mK)		5	8	10	12
実験結果	① (℃)	220 ~300 Δ 80	230 ~300 Δ 70	240 ~300 Δ 60	250 ~300 Δ 50
	② (℃)	250 ~300 Δ 50	270 ~300 Δ 30	280 ~300 Δ 20	285 ~300 Δ 15

【0041】実験例5

静電チャックを構成するセラミックス中の不純物量と、ウェハに対する汚染度の関係を調べる実験を行った。表3に示すように、アルミナを主成分とし、不純物であるNaとCaの量が異なるセラミックスで静電チャックを作製し、NaとCaの量が1ppm以下のシリコンウェハを被吸着物として各静電チャックで吸着させた後、ウェハをチェックして汚染度（NaとCaの含有量）を測定した。

【0042】結果を表3に示す。この結果より、試料C、Dに示すように、静電チャックを構成するアルミナ

セラミック中の不純物量が合計2000ppm（0.2重量%）以下であれば、吸着されたウェハに対する汚染度が小さいことがわかる。また、この実験例では、アルミナセラミックスについてのみ示したが、他のセラミックスであっても、同様に不純物量を極めて少なくすることで、ウェハに対する悪影響を防止でき、特にサファイアは好適である。なお、ここで不純物とは、珪素（Si）、アルミニウム（Al）、酸素（O）、窒素（N）以外の元素を含む成分のことである。

【0043】

【表3】

	11				12			
	A				B			
Naの含有量 (ppm)	3000				1500			
Caの含有量 (ppm)	1000				600			
ウェハの汚染度 (ppm)	10				3			

【0044】

【発明の効果】このように本発明によれば、250℃以上の温度域における体積固有抵抗が $10^9 \sim 10^{11} \Omega \text{cm}$ のセラミックスに静電電極を備えて静電チャックを構成したことによって、CVD装置、PVD装置あるいは高温エッチング装置等の250℃以上の温度で使用しても良好にウェハを吸着することができ、固定、搬送、矯正を行うことができる。

【0045】また、上記セラミックスとして珪素(Si)、アルミニウム(Al)の酸化物または窒化物から構成され、抗折強度 20kg/mm^2 以上、熱伝導率 $10 \text{W/m} \cdot \text{K}$ 以上、耐熱衝撃性 $\Delta T 150^\circ\text{C}$ 以上の特性を有するものを用いることによって、250℃以上の温

*電チャックを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の静電チャックを示す縦断面図である。

【図2】本発明の静電チャックの他の実施例を示す縦断面図である。

【図3】本発明の静電チャックの吸着力と温度との関係を示すグラフである。

【図4】本発明の静電チャックを構成するセラミックスの温度と体積固有抵抗との関係を示すグラフである。

【図5】本発明および比較例の静電チャックの吸着力と時間との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

1・・・セラミックス体

2・・・静電電極

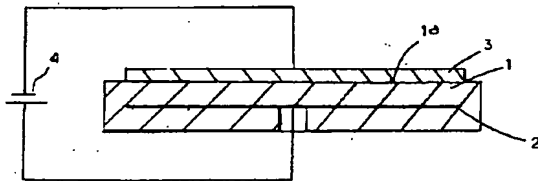
3・・・被吸着物

4・・・電圧

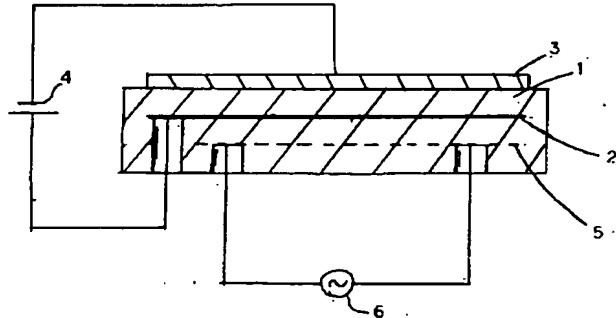
5・・・ヒータ

6・・・電圧

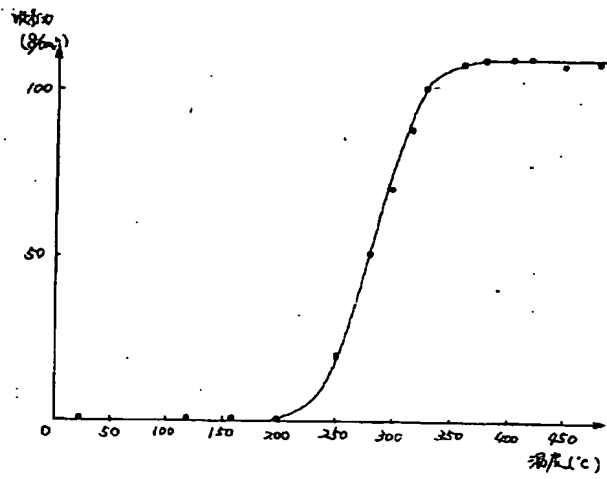
【図1】



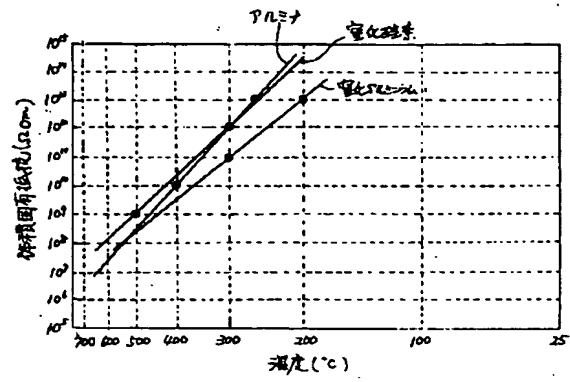
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

